

Pemanfaatan *Artificial Intelligence* sebagai Asisten Belajar Dalam Pembelajaran Pemrograman

Almira Rahma Fadhila¹, Fathanah Hamidah Tsaqib², Rizka Nabila Khairani³

^{1,2,3} Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Juni 1, 2026
Revised Juni 15, 2026
Accepted Juni 29, 2026

Kata Kunci:

AI dalam Pembelajaran,
Artificial Intelligence,
Pembelajaran Pemrograman

Keywords:

AI in Education,
Artificial Intelligence,
Programming Education,

ABSTRAK

Meningkatnya penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran pemrograman memunculkan berbagai temuan mengenai manfaat, risiko, dan tantangan implementasinya. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis AI yang digunakan, tujuan penerapan, dampak, serta tantangan implementasinya dalam pembelajaran pemrograman. Penelitian menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap publikasi tahun 2022-2026, sehingga diperoleh 21 artikel yang memenuhi kriteria penelitian. Hasil kajian menunjukkan bahwa *Generative AI* dan *Large Language Models* (LLM) merupakan teknologi yang paling banyak digunakan, diikuti oleh berbagai teknologi AI lainnya. AI dimanfaatkan untuk mendukung personalisasi pembelajaran, pemberian umpan balik otomatis, pemecahan masalah, peningkatan keterlibatan belajar, serta proses pengajaran dan evaluasi. Secara umum, AI memberikan manfaat berupa peningkatan kinerja akademik, pemahaman konsep, pengalaman belajar yang lebih personal, dan efisiensi pengajar. Namun, implementasinya juga menghadirkan risiko ketergantungan, penurunan kemampuan berpikir kritis, potensi kecurangan akademik, serta isu akurasi, etika, dan privasi. Oleh karena itu, pemanfaatan AI perlu dilakukan secara bijak untuk memaksimalkan manfaat dan meminimalkan risiko yang ada.

ABSTRACT

The increasing use of Artificial Intelligence (AI) in programming education has led to various findings regarding its benefits, risks, and implementation challenges. This study aims to identify the types of AI used, the objectives of their application, their impacts, and the challenges of their implementation in programming education. The study employed a Systematic Literature Review (SLR) of publications from 2022 to 2026, resulting in 21 articles that met the study's criteria. The findings indicate that Generative AI and Large Language Models (LLMs) are the most widely used technologies, followed by various other AI technologies. AI is utilized to support personalized learning, provide automated feedback, solve problems, enhance learning engagement, and facilitate teaching and evaluation processes. In general, AI offers benefits such as improved academic performance, conceptual understanding, a more personalized learning experience, and increased teacher efficiency. However, its implementation also presents risks of dependency, a decline in critical thinking skills, potential academic dishonesty, as well as issues related to accuracy, ethics, and privacy. Therefore, the use of AI must be approached wisely to maximize benefits and minimize existing risks.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license



Corresponding Author:

Almira Rahma Fadhila
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia
Bandung, Indonesia
Email: almira@upi.edu

1. PENDAHULUAN

Kehadiran *generative AI* seperti ChatGPT, Gemini, dan Microsoft Copilot saat ini semakin memudahkan pengguna dalam menciptakan konten kreatif serta mendukung produktivitas di berbagai aktivitas, termasuk dalam dunia pendidikan [1]. Seiring dengan meningkatnya penggunaan teknologi AI, pemanfaatannya dalam dunia pendidikan juga semakin berkembang dan memberikan berbagai dampak positif terhadap proses pembelajaran di era digital. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa AI tidak hanya menjadi inovasi teknologi, tetapi juga mulai berperan sebagai salah satu pendukung utama dalam transformasi pendidikan modern. Teknologi AI mampu membantu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui sistem yang adaptif, evaluasi otomatis, serta penyediaan materi yang lebih interaktif. Penggunaan AI juga mendukung mahasiswa untuk memperoleh informasi secara lebih cepat dan membantu meningkatkan keterampilan digital dalam kegiatan pembelajaran [2]. Selain itu, pemanfaatan AI dalam pembelajaran juga dapat meningkatkan motivasi belajar mahasiswa serta mendorong terciptanya inovasi dalam metode pembelajaran modern [3].

Meskipun memberikan berbagai manfaat, penggunaan AI dalam pembelajaran juga menimbulkan beberapa dampak negatif yang perlu diperhatikan. Ketergantungan mahasiswa terhadap AI dapat mengurangi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kemandirian dalam menyelesaikan tugas pembelajaran. Selain itu, penggunaan AI yang tidak bijak berpotensi menimbulkan tindakan plagiarisme dan menurunkan etika akademik karena mahasiswa cenderung bergantung pada hasil instan dari teknologi tersebut [4]. Penggunaan AI secara berlebihan juga dapat mengurangi interaksi langsung antara guru dan mahasiswa sehingga memengaruhi kualitas komunikasi dalam proses pembelajaran [5]. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan AI secara bijak dan terarah agar teknologi ini dapat memberikan manfaat optimal tanpa mengurangi nilai-nilai pendidikan dan karakter mahasiswa [6].

Dalam konteks pendidikan ilmu komputer, AI memiliki hubungan yang sangat erat dengan pembelajaran Pemrograman. Melalui pembelajaran ini, mahasiswa tidak hanya mempelajari aspek teknis penulisan kode, tetapi juga memahami konsep algoritma, analisis data, serta *computational thinking* [7]. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan AI dalam pembelajaran Pemrograman mulai banyak diterapkan dan diteliti untuk mengetahui pengaruh serta efektivitasnya terhadap proses dan hasil belajar mahasiswa. Beberapa penelitian telah membahas mengenai penggunaan AI dalam pembelajaran Pemrograman, seperti penelitian yang dilakukan oleh Verawati et al., (2024) menyatakan bahwa penggunaan AI dalam pembelajaran Pemrograman memberikan dampak positif terhadap hasil belajar mahasiswa. Selain itu, Kamal et al., (2025) juga menunjukkan adanya peningkatan motivasi belajar, kemudahan memahami materi, serta terciptanya pengalaman belajar yang lebih interaktif. Hal tersebut menunjukkan bahwa AI memiliki potensi besar untuk mendukung pembelajaran Pemrograman agar menjadi lebih efektif dan menarik bagi mahasiswa.

Namun, penerapan AI dalam pembelajaran Pemrograman di lapangan masih menghadapi berbagai tantangan nyata. Penelitian oleh Desrizal et al., (2025) menunjukkan bahwa meskipun guru memiliki persepsi positif, implementasi AI di ruang kelas belum optimal karena dipengaruhi oleh berbagai faktor keterbatasan praktis. Hingga saat ini, sebagian besar penelitian terdahulu masih fokus pada evaluasi penggunaan satu platform AI secara spesifik atau hanya melihat dari satu sudut pandang dampak kognitif saja. Terdapat kesenjangan (*research gap*) berupa belum adanya kajian komprehensif yang secara sistematis memetakan tipologi AI paling dominan, dualisme dampak akademik-psikologis, serta kluster tantangan integrasi pedagogis yang dihadapi dalam pendidikan pemrograman. Guna

mengisi kesenjangan tersebut, penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merangkum berbagai hasil penelitian global terkait dampak penggunaan AI dalam pembelajaran Pemrograman. Melalui sintesis literatur ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman baru yang lebih holistik mengenai efektivitas, risiko, serta rekomendasi strategis dalam mengintegrasikan AI pada mata pelajaran Pemrograman secara berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menelusuri, menilai, dan mengintegrasikan literatur mengenai penerapan AI dalam pembelajaran pemrograman secara sistematis dan objektif. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh pemahaman komprehensif terkait tren dan temuan studi terdahulu. Pelaksanaan SLR ini mengacu pada tiga tahapan utama menurut [11], yaitu tahap perencanaan (*planning*), pelaksanaan (*conducting*), dan pelaporan (*reporting*).

1. Perencanaan (*planning*)

Tahap perencanaan dilakukan dengan menyusun pertanyaan penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun pertanyaan penelitian yang dirumuskan adalah sebagai berikut:

- a. RQ 1: Bagaimana karakteristik dan jenis *Artificial Intelligence* yang diterapkan dalam pembelajaran pemrograman?
- b. RQ 2: Apa saja tujuan penggunaan *Artificial Intelligence* dalam pembelajaran pemrograman?
- c. RQ 3: Bagaimana dampak positif penggunaan *Artificial Intelligence* terhadap pembelajaran pemrograman?
- d. RQ 4: Bagaimana dampak negatif penggunaan *Artificial Intelligence* terhadap pembelajaran pemrograman?
- e. RQ 5: Apa saja tantangan yang dihadapi dalam penerapan *Artificial Intelligence* pada pembelajaran pemrograman?

2. Pelaksanaan (*conducting*)

Tahap pelaksanaan berfokus pada penelusuran, pengumpulan, dan seleksi literatur dari dua basis data utama, yaitu Scopus dan Google Scholar. Proses identifikasi dan penyaringan artikel ini mengadopsi pedoman PRISMA agar berjalan secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi.

Proses pencarian artikel dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia. Kata kunci bahasa Inggris yang digunakan adalah:

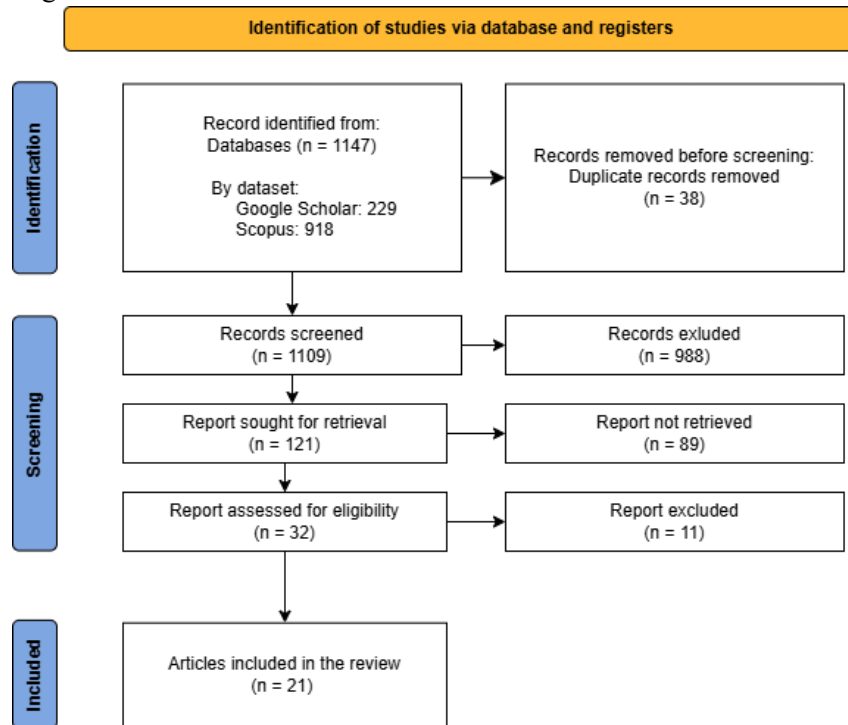
("Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Machine Learning" OR "Generative AI" OR "Intelligent Tutoring Systems") AND ("Informatics Education" OR "Computer Science Education" OR "Computing Education" OR "Programming Education") AND ("Impact" OR "Effect" OR "Influence" OR "Outcome" OR "Benefit")

Pencarian literatur juga menggunakan kata kunci berbahasa Indonesia untuk menjangkau artikel pada jurnal dan prosiding nasional, yaitu:

("Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Artificial intelligence") AND ("Pembelajaran Pemrograman" OR "Pendidikan Komputer" OR "Pembelajaran Pemrograman") AND ("Dampak" OR "Pengaruh" OR "Efek").

Agar proses seleksi literatur berjalan objektif, penentuan kelayakan artikel didasarkan pada kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup artikel ilmiah dari jurnal maupun prosiding konferensi yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2022 hingga 2026. Selain itu, artikel tersebut harus mengkaji dampak penggunaan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) seperti ChatGPT, *machine learning*, *intelligent tutoring systems*, maupun *automated grading tools* dengan fokus spesifik pada konteks pendidikan ilmu komputer, pembelajaran pemrograman, atau mata pelajaran lain yang relevan di bidang teknologi informasi dan komunikasi.

Sebaliknya, studi yang tidak memenuhi kriteria tersebut akan dikeluarkan melalui kriteria eksklusi. Artikel non-ilmiah seperti blog, berita, ulasan buku, dan artikel opini tidak disertakan dalam analisis ini. Eksklusi juga diterapkan pada artikel yang membahas penerapan AI di luar konteks pendidikan, seperti di bidang kesehatan, bisnis, dan industri, serta artikel yang mengulas dunia pendidikan secara umum tanpa melibatkan ataupun mendiskusikan pemanfaatan teknologi *artificial intelligence* secara eksplisit. Proses seleksi literatur mulai dari tahap identifikasi, penyaringan, hingga penentuan artikel yang layak dianalisis didokumentasikan menggunakan diagram PRISMA yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. *Systematic Literature Review* Menggunakan PRISMA

Pada tahap identifikasi, ditemukan 1.147 artikel (229 dari Google Scholar dan 918 dari Scopus), lalu 38 artikel dihapus karena duplikasi. Memasuki tahap penyaringan (screening), sebanyak 1.109 artikel diperiksa judul dan abstraknya, di mana 988 artikel dieksklusi karena tidak relevan. Dari 121 artikel tersisa yang dicari dokumen lengkapnya, 89 artikel tidak berhasil diakses. Selanjutnya, dari 32 artikel yang dinilai kelayakannya (*eligibility*) secara menyeluruh, 11 artikel dieliminasi karena tidak memenuhi kriteria. Melalui rangkaian seleksi tersebut, akhirnya diperoleh 21 artikel final yang dinyatakan layak untuk disertakan dalam analisis tinjauan pustaka ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jenis-Jenis AI yang Digunakan dalam Pembelajaran Pemrograman

Berdasarkan hasil kajian terhadap 21 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, penerapan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran pemrograman dapat dikelompokkan ke dalam beberapa jenis utama. Setiap jenis AI memiliki karakteristik, fungsi, dan tujuan penggunaan yang berbeda dalam mendukung proses pembelajaran, mulai dari pemberian umpan balik, personalisasi pembelajaran, prediksi performa mahasiswa, hingga otomatisasi pembuatan dan perbaikan kode program.

Jenis AI yang paling dominan ditemukan dalam literatur adalah *Generative AI* (GenAI) dan *Large Language Models* (LLM), seperti ChatGPT (GPT-3.5 dan GPT-4), OpenAI Codex, GitHub Copilot, Gemini, Claude 3 Opus, BERT, GPTutor, CodeHelp, dan PuppyCodeReview [12], [13], [14]. Pemanfaatan GenAI dan LLM sebagian besar difokuskan untuk membantu pembuatan kode program

(*code generation*), proses *debugging*, menjelaskan konsep pemrograman yang abstrak, memberikan umpan balik otomatis, serta menyusun materi pembelajaran beserta instrumen evaluasi [12], [15], [16], [17]. Karakteristik utama dari teknologi ini terletak pada kemampuannya dalam memahami dan menghasilkan bahasa alami sehingga interaksi antara mahasiswa dan sistem menjadi lebih intuitif sebagai asisten belajar mandiri yang dapat diakses 24 jam [12], [18]. Kendati demikian, beberapa artikel mengingatkan adanya risiko halusinasi (*hallucination*), yaitu situasi saat sistem menghasilkan informasi tidak akurat namun disajikan dengan tingkat keyakinan yang tinggi sehingga berpotensi menyesatkan pengguna pemula [19].

Selain AI generatif, *Machine Learning* (ML) dan *Deep Learning* juga banyak diterapkan untuk menganalisis data pembelajaran serta mendukung proses prediksi performa akademis melalui algoritma seperti *Random Forest*, *K-Means Clustering*, *Recurrent Neural Network* (RNN), dan platform TensorFlow [20], [21]. Karakteristik utama dari ML dan *Deep Learning* adalah kemampuannya dalam mengidentifikasi pola kompleks dari data historis aktivitas mahasiswa [21]. Melalui pengenalan pola ini, pengajar dapat memprediksi performa mahasiswa, mengidentifikasi mahasiswa yang berisiko mengalami kesulitan belajar, serta mengelompokkan pola kesalahan pemrograman yang sering dilakukan [20], [21]. Informasi tersebut sangat penting agar pengajar dapat memberikan intervensi pedagogis yang lebih tepat sasaran. Namun, keterbatasan teknis dari model ini adalah tingkat interpretabilitasnya yang rendah (*black-box*), sehingga proses pengambilan keputusan internal sistem sulit dijelaskan secara rinci kepada pengguna [22].

Pendekatan lain yang ditemukan dalam kajian ini adalah *Intelligent Tutoring Systems* (ITS) dan sistem pembelajaran adaptif, termasuk didalamnya tutor cerdas berbasis *artificial intelligence*, sistem personalisasi, serta implementasi *Reinforcement Learning* seperti *Q-Learning* [21], [23]. Karakteristik utama ITS terletak pada kemampuannya untuk menyediakan bimbingan yang bersifat personal dan dinamis. Sistem ini secara otomatis menyesuaikan tingkat kesulitan materi, urutan bab pembelajaran, bentuk umpan balik, hingga jenis bantuan berdasarkan kondisi psikologis dan perkembangan performa mahasiswa secara *real-time* [21]. Beberapa sistem bahkan menerapkan pendekatan *socratic tutoring*, yakni metode yang tidak langsung memberikan jawaban akhir, melainkan memberikan petunjuk atau stimulus berpikir secara bertahap agar mahasiswa aktif menemukan solusinya sendiri [23].

Untuk melengkapi aspek transparansi dari sistem pengambil keputusan seperti ML, dikembangkan pula *Explainable Artificial Intelligence* (XAI) yang mayoritas memanfaatkan pendekatan SHAP (*SHapley Additive exPlanations*). XAI berfungsi menjelaskan faktor-faktor kausal yang memengaruhi prediksi performa maupun rekomendasi yang dikeluarkan oleh sistem AI, sehingga mampu meningkatkan interpretabilitas dan memperkuat kepercayaan pengguna terhadap validitas sistem [22]. Di samping itu, terdapat teknologi *Automated Program Repair* (APR) dan *Program Synthesis* yang memanfaatkan teknik *Symbolic Execution* untuk menganalisis kode secara mendalam, mendeteksi kesalahan sintaksis maupun logika, serta melakukan perbaikan kode secara otomatis. Meskipun efektif memberikan solusi instan, studi terdahulu menekankan bahwa penggunaan APR tetap harus diimbangi dengan penjelasan konseptual agar mahasiswa memahami akar kesalahan yang mereka perbuat [20].

Kajian literatur ini juga mengidentifikasi penggunaan *Conditional Generative Adversarial Networks* (cGANs) yang dikombinasikan dengan teknologi *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Model cGANs ini diaplikasikan untuk menghasilkan soal evaluasi dan kuis pemrograman secara otomatis, kontekstual, dan adaptif sesuai dengan tingkat kompetensi mahasiswa. Terakhir, tren pemanfaatan AI juga bergeser ke arah materi kurikulum melalui pendekatan *Data-Centric AI* dan Operasional AI, yang mencakup konsep *Machine Learning Operations* (MLOps) dan *Automated Machine Learning* (AutoML). Pendekatan ini bertujuan membekali mahasiswa dengan kompetensi industri modern yang menekankan pada kualitas tata kelola data, skalabilitas sistem, dan pengelolaan siklus hidup model AI secara nyata, bukan sekadar berfokus pada

pembuatan model di atas kertas [24]. Melalui pemetaan ragam jenis teknologi tersebut, terlihat jelas bahwa tren pemanfaatan AI dalam pendidikan pemrograman telah bergerak dari otomatisasi tugas sederhana menuju ekosistem pembelajaran yang adaptif, personal, dan berorientasi pada pengalaman belajar yang holistik.

3.2 Tujuan Penggunaan AI dalam Pembelajaran Pemrograman

Penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran pemrograman memiliki berbagai tujuan strategis yang berfokus pada peningkatan kualitas proses belajar mengajar. Secara umum, orientasi utama dari implementasi teknologi ini dapat dikelompokkan ke dalam empat tujuan fungsional yang saling terintegrasi dalam ekosistem pendidikan digital.

Tujuan pertama dan yang paling esensial adalah untuk memfasilitasi personalisasi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan, preferensi, dan kecepatan belajar masing-masing mahasiswa [15]. *Dalam konteks ini, Generative AI* dimanfaatkan untuk menyesuaikan materi dan tantangan belajar berdasarkan perkembangan serta preferensi belajar masing-masing individu [25]. Sistem pembelajaran adaptif berbasis AI juga digunakan untuk menyesuaikan strategi pembelajaran, progres pembelajaran, dan tingkat kesulitan secara *real-time* berdasarkan kondisi psikologis mahasiswa atau mahasiswa [21]. Melalui pendekatan ini, AI dapat mendukung aktivitas pembelajaran mandiri dengan menyediakan bantuan belajar yang dapat diakses kapan saja [25]. Selain itu, penggunaan *Large Language Models* ditujukan untuk mendukung *Self-Regulated Learning* melalui penyediaan umpan balik khusus yang membantu mahasiswa atau mahasiswa merefleksikan kembali strategi belajar mereka [22]

Tujuan kedua adalah penyediaan umpan balik otomatis secara instan serta dukungan kuat dalam pemecahan masalah teknis, yang menjadi salah satu aspek paling dominan dalam pembelajaran pemrograman [12]. Teknologi AI diimplementasikan untuk mendampingi mahasiswa dalam mengidentifikasi kesalahan kode (*bug*) sekaligus memberikan petunjuk taktis mengenai cara memperbaikinya [26]. Secara lebih spesifik, platform seperti ChatGPT dimanfaatkan untuk memberikan bantuan *debugging* dan saran perbaikan kode secara langsung selama proses pengodingan berlangsung [15]. AI generatif juga digunakan untuk menghasilkan contoh kode acuan serta menjelaskan konsep-konsep pemrograman yang kompleks dan abstrak secara bertahap [16]. Melalui interaksi ini, mahasiswa dapat memanfaatkan AI untuk memahami logika program yang mendalam serta memperoleh berbagai alternatif solusi terhadap permasalahan teknis yang sedang mereka hadapi [18]. Bahkan, sistem khusus seperti PuppyCodeReview sengaja dikembangkan untuk memberikan umpan balik multidimensi yang mencakup aspek kebenaran fungsional, desain, kompleksitas, hingga kebersihan penulisan kode program [14].

Tujuan ketiga berfokus pada peningkatan keterlibatan (*engagement*) dan optimalisasi pengalaman belajar mahasiswa agar tercipta lingkungan kelas yang lebih aktif dan partisipatif dibandingkan dengan pendekatan konvensional yang berpusat pada pengajar [24]. Pemanfaatan AI dalam domain ini dirancang untuk mendongkrak motivasi dan keterlibatan aktif mahasiswa selama proses perkuliahan berlangsung [18]. Kehadiran teknologi AI memungkinkan mahasiswa memperoleh dukungan belajar yang berkelanjutan tanpa jeda, sehingga mereka menjadi lebih terdorong untuk melakukan eksplorasi mandiri dan praktik pengodingan secara berkala [16]. Pendekatan seperti *AI-assisted pair programming* juga dikembangkan untuk memperkuat motivasi belajar sekaligus menekan tingkat kecemasan (*coding anxiety*) mahasiswa dalam menyelesaikan tugas-tugas pemrograman yang rumit [13]. Selain itu, integrasi *chatbot* AI dengan metode peta pikiran (*mind mapping*) digunakan untuk memandu mahasiswa dalam mengembangkan ide-ide baru, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, dan memperluas pemahaman kontekstual terhadap studi kasus yang diberikan [27]. Penggunaan model AI lain seperti Gemini juga secara eksplisit ditujukan untuk meningkatkan interaksi, motivasi, dan keterlibatan emosional mahasiswa dalam ekosistem belajar digital [28].

Tujuan keempat berkaitan erat dengan penyediaan dukungan terhadap efisiensi aktivitas pengajaran dan sistem evaluasi pembelajaran oleh tenaga pendidik [18]. Bagi pengajar, ChatGPT dan *Generative AI* lainnya dimanfaatkan untuk membantu mengotomatisasi pembuatan rencana pelaksanaan pembelajaran, menyusun latihan pemrograman, kuis, modul tugas, tes, hingga media presentasi interaktif guna mereduksi beban kerja administratif dosen [15], [18]. Dari sisi asesmen, sistem penilaian otomatis (*automated grading tools*) berbasis AI dikembangkan untuk membantu mengevaluasi tugas-tugas pemrograman mahasiswa secara cepat, objektif, dan konsisten, khususnya pada kelas dengan jumlah peserta yang sangat besar [20]. Sistem berbasis *artificial intelligence* ini juga diandalkan untuk menghasilkan bank soal pilihan ganda yang bersifat adaptif, menyesuaikan langsung dengan tingkat kemampuan dan pemahaman mahasiswa di bidang ilmu komputer [29]. Tidak hanya terbatas pada penilaian luaran (*output*) program yang dihasilkan, AI kini juga dimanfaatkan oleh pengajar untuk mengevaluasi kualitas arsitektur kode dari aspek tingkat keterbacaan (*readability*), efisiensi algoritma, hingga standar keamanan perangkat lunak yang dikembangkan mahasiswa [26].

Secara keseluruhan, hasil analisis sintesis literatur menunjukkan bahwa tujuan akhir dari implementasi AI dalam pembelajaran pemrograman tidak hanya berorientasi pada penyelesaian tugas-tugas teknis semata. Lebih dari itu, *artificial intelligence* diposisikan untuk menciptakan sebuah transformasi pengalaman belajar yang jauh lebih personal, adaptif, interaktif, dan efisien. AI sukses mengambil peran krusial sebagai tutor cerdas, pemberi umpan balik instan, fasilitator pemecahan masalah mahasiswa, serta instrumen pendukung utama bagi pengajar dalam mengelola dan mengevaluasi perkuliahan secara modern.

3.3 Dampak Positif Penggunaan AI dalam Pembelajaran Pemrograman

Berdasarkan ekstraksi data dari 21 artikel yang dikaji, integrasi *Artificial Intelligence* (AI) di bidang pendidikan khususnya pada pembelajaran pemrograman memberikan berbagai dampak positif yang sangat signifikan bagi pelajar maupun tenaga pendidik. Dampak positif ini secara garis besar dapat dikelompokkan ke dalam empat tema utama, yang pertama adalah peningkatan kinerja akademik dan pemahaman konseptual. Kehadiran AI sangat membantu dalam meningkatkan nilai dan pemahaman konsep mahasiswa. Mahasiswa yang belajar dengan bantuan AI menunjukkan nilai akhir dan tingkat kelulusan yang lebih tinggi, serta mampu menyelesaikan tugas praktik jauh lebih cepat [13], [22], [23]. Bahkan, sebuah eksperimen menunjukkan bahwa skor latihan mahasiswa dengan asisten AI bisa mencapai 2,4 kali lipat lebih tinggi dibandingkan mereka yang belajar tanpa bantuan [30]. Peningkatan signifikan ini juga dikonfirmasi oleh meta-analisis yang mencatat efek positif yang sangat besar dari penggunaan AI dalam pendidikan ilmu komputer [31]. Penggunaan AI yang lebih transparan, seperti *Explainable AI* (XAI), juga terbukti mampu meningkatkan rata-rata nilai akhir mahasiswa secara nyata [22]. Selain meningkatkan nilai, AI membuat konsep-konsep abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Melalui analogi dan visualisasi, materi yang sulit seperti variabel, matriks, dan perulangan (*looping*) menjadi lebih jelas bagi pemula [28], [32]. Bantuan ini memudahkan mahasiswa menangkap logika pemrograman untuk diterapkan dalam eksperimen mereka [12], [17]. Pada tingkat berpikir yang lebih tinggi, AI melatih pemikiran algoritmik dan nalar yang menyeluruh, sehingga mahasiswa lebih siap menghadapi studi kasus di dunia kerja [24], [25]. Tidak hanya itu, metode kolaborasi seperti pembuatan peta pikiran (*mind mapping*) berbasis AI terbukti dapat memancing pemikiran kritis, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah [27].

Tema kedua yang tidak kalah penting adalah dukungan personalisasi dan umpan balik instan (*real-time feedback*). Keunggulan utama AI dalam pendidikan adalah kemampuannya memberikan bimbingan yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing mahasiswa kapan saja. *Chatbot* dan asisten AI berfungsi layaknya tutor pribadi yang siap sedia 24 jam. Mereka membantu menjawab pertanyaan saat mahasiswa merasa buntu, memperbaiki *bug* pada kode secara instan, dan mengatasi berbagai kendala teknis [15], [16]. Lebih dari sekadar menjawab, sistem AI mampu menyesuaikan

tingkat kesulitan dan kecepatan belajar sesuai dengan kemampuan setiap individu. Hal ini sangat membantu mahasiswa pemula agar bisa mengejar ketertinggalan tanpa merasa tertekan [21]. Di kelas dengan jumlah mahasiswa yang sangat banyak, AI dapat memberikan evaluasi yang detail pada setiap tugas, sesuatu yang mustahil dilakukan oleh pengajar manusia seorang diri [20], [26]. Umpan balik yang diberikan asisten AI pun tidak sekadar menyalahkan atau membenarkan kode, melainkan juga mengoreksi kebersihan penulisan kode, kompleksitas, dan kualitas rancangan algoritma [14].

Selanjutnya, dampak positif AI juga menyentuh aspek psikologis melalui penurunan beban mental, kecemasan, dan frustrasi. Selain berdampak pada nilai akademik, AI juga memberikan efek positif pada kondisi psikologis mahasiswa. Mempelajari pemrograman sering kali menjadi momok yang menakutkan bagi pemula. Namun, kehadiran AI terbukti mampu mengurangi rasa frustrasi dan kelelahan mental ketika mereka berhadapan dengan *error* kode yang terus-menerus [17], [23], [30]. Proses meninjau kode bersama AI membuat beban berpikir mahasiswa menjadi jauh lebih ringan dibandingkan jika mereka harus mencari letak kesalahan secara manual [14]. Sebagai rekan belajar, AI dianggap sangat sabar dan tidak menghakimi, sehingga menciptakan lingkungan yang aman bagi mahasiswa untuk terus bereksperimen dan melakukan kesalahan tanpa takut merasa malu [13]. Dukungan yang selalu tersedia ini menjaga semangat awal mahasiswa dan secara bertahap menumbuhkan rasa percaya diri mereka dalam menyelesaikan masalah [12], [18]. Pada akhirnya, lingkungan belajar yang adaptif dan suportif ini membuat mahasiswa lebih aktif dan terlibat dalam perkuliahan [21].

Terakhir, integrasi teknologi ini berdampak pada peningkatan efisiensi pengajar dan kualitas solusi yang dihasilkan. Dampak positif AI tidak hanya dirasakan oleh mahasiswa, tetapi juga sangat meringankan beban kerja tenaga pendidik. Proses penilaian tugas yang biasanya memakan waktu berjam-jam kini bisa diselesaikan dalam hitungan menit berkat bantuan AI [15], [22]. AI juga dapat dimanfaatkan untuk menyusun modul latihan dan menghasilkan soal pilihan ganda secara otomatis, sehingga dosen memiliki lebih banyak waktu untuk fokus pada strategi pengajaran [18], [29]. Dari segi kualitas, sistem cerdas ini memfasilitasi kelas yang berisi mahasiswa dengan berbagai tingkat kemampuan dasar agar bisa belajar secara bersamaan dengan efektif [29]. Kode pemrograman yang dihasilkan melalui bantuan AI umumnya lebih rapi, terstruktur, dan sesuai dengan standar industri, sehingga bisa menjadi referensi yang baik bagi mahasiswa [15], [16]. Mahasiswa juga dapat menjadikan potongan kode awal dari AI seperti ChatGPT sebagai fondasi dasar untuk memancing ide dan mengoptimalkan solusi buatan mereka sendiri secara lebih lanjut [19], [32]. Secara keseluruhan, pemanfaatan AI yang dirancang dengan baik tidak hanya mempercepat penguasaan materi bagi mahasiswa dengan cara yang inklusif dan suportif, tetapi juga sangat mengefisienkan waktu dan tenaga para pengajar dalam mengelola kelas.

3.4 Dampak Negatif Penggunaan AI dalam Pembelajaran Pemrograman

Meskipun AI mampu meningkatkan efisiensi dan memberikan dukungan belajar secara *real-time*, berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan yang tidak tepat dapat menimbulkan ketergantungan, menurunkan kualitas proses belajar, memunculkan masalah integritas akademik, serta menghadirkan berbagai risiko teknis dan etis.

Dampak negatif yang paling banyak dilaporkan dalam literatur adalah munculnya ketergantungan berlebihan terhadap AI yang berisiko melemahkan kemandirian belajar mahasiswa. Mahasiswa cenderung mengandalkan AI untuk memperoleh jawaban atau solusi kode secara instan tanpa melalui proses berpikir dan eksplorasi secara mandiri [12]. Penggunaan ChatGPT dan berbagai alat AI generatif ini berpotensi membuat mahasiswa menerima solusi mentah secara pasif tanpa benar-benar memahami logika fundamental yang mendasarinya [15]. Kondisi tersebut dapat menghambat perkembangan keterampilan pemecahan masalah (*problem-solving*) yang justru merupakan kompetensi inti dalam pemrograman [32]. Ketergantungan yang terjadi secara terus-menerus ini pada akhirnya menurunkan

usaha kognitif (*cognitive effort*) mahasiswa dalam mempelajari konsep-konsep baru [19]. Mahasiswa menjadi lebih memilih jalan pintas melalui solusi cepat dibandingkan melakukan proses analisis dan eksperimen mandiri [27]. Dalam jangka panjang, fenomena ini dapat menyebabkan stagnasi kemampuan berpikir dan mereduksi efektivitas pembelajaran mendalam yang seharusnya diperoleh melalui pengalaman langsung menyelesaikan hambatan pengodingan [21].

Selain melemahkan kemandirian, penggunaan AI yang terlalu dominan juga berdampak pada penurunan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan pemahaman konseptual mahasiswa. Kemudahan memperoleh jawaban instan berpotensi mengurangi keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses berpikir tingkat tinggi yang sangat diperlukan untuk mengonstruksi pemahaman konsep pemrograman secara mendalam [26]. Ketika sistem AI langsung memberikan solusi lengkap, perhatian mahasiswa sering kali hanya tersita pada hasil akhir tanpa memahami tahapan-tahapan penyelesaian masalah yang sebenarnya [15]. Beberapa penelitian bahkan menunjukkan indikasi bahwa peningkatan performa penyelesaian tugas tidak selalu linear dengan peningkatan pemahaman konseptual. Mahasiswa memang mampu menuntaskan tugas pengodingan dengan jauh lebih cepat, namun kemampuan mereka dalam membaca kode (*code reading*), memahami alur kerja algoritma, dan menguasai konsep dasar tidak mengalami peningkatan yang signifikan [30]. Lebih lanjut, dominasi AI dapat memasung kreativitas mahasiswa karena mereka cenderung menerima ide atau arsitektur rancangan yang dihasilkan oleh sistem tanpa melakukan pengembangan lebih lanjut, sehingga solusi program yang dihasilkan di kelas menjadi lebih seragam dan kurang inovatif [16].

Meningkatnya kemampuan AI dalam menghasilkan blok kode secara otomatis juga memicu kekhawatiran serius terkait integritas akademik dan celah kecurangan. Mahasiswa dapat memanfaatkan jalan pintas AI untuk menyelesaikan tugas mandiri maupun ujian tanpa benar-benar menguasai materi kuliah yang diujikan [18]. Kemampuan teknologi ini dalam menghasilkan solusi pemrograman yang lengkap dalam hitungan detik membuat praktik plagiarisme dan kecurangan akademik menjadi semakin samar dan lebih sulit dideteksi oleh pengajar [15]. Beberapa studi mengungkapkan bahwa mahasiswa dapat memanfaatkan AI untuk memperoleh nilai yang baik meskipun memiliki pemahaman yang terbatas terhadap materi pemrograman [25]. Kondisi ini berpotensi mengurangi validitas proses evaluasi pembelajaran karena hasil yang diperoleh tidak sepenuhnya mencerminkan kemampuan asli mahasiswa [31]. Oleh karena itu, penggunaan AI dalam pendidikan perlu diimbangi dengan kebijakan akademik yang jelas agar tidak mengurangi kejujuran dan kualitas proses belajar.

Kelemahan lain yang menjadi sorotan adalah adanya keterbatasan akurasi dan keandalan dari sistem AI itu sendiri. Walaupun mampu memberikan bantuan secara instan, model AI generatif diketahui masih sering menghasilkan informasi yang keliru atau tidak sesuai dengan konteks spesifik dari permasalahan yang diajukan [18]. Bahkan, sistem AI kerap menyampaikan jawaban yang salah dengan tingkat keyakinan (*confidence level*) yang sangat tinggi, sehingga berpotensi menyesatkan mahasiswa yang belum memiliki pemahaman dasar yang kuat [29]. Dalam konteks pemrograman, AI terkadang memproduksi baris kode yang tidak efisien, mengandung *bug*, atau tidak sinkron dengan spesifikasi kebutuhan pengguna [12]. Fenomena halusinasi (*hallucination*) pada *Large Language Models* juga kerap menyebabkan AI menyajikan informasi palsu atau rekomendasi yang tidak relevan dengan kendala teknis mahasiswa [22]. Di samping itu, penggunaan sintaks atau struktur kode tingkat lanjut yang terlalu kompleks dari AI sering kali justru membingungkan mahasiswa tingkat pemula dan mengalihkan fokus mereka dari tujuan pembelajaran utama [28]. Oleh karena itu, keluaran AI tetap memerlukan proses verifikasi dan evaluasi oleh pengguna maupun pengajar.

Dampak negatif terakhir berkaitan erat dengan risiko etika, privasi, dan bias yang melekat pada teknologi *artificial intelligence*. Beberapa riset menunjukkan bahwa AI berpotensi memproduksi umpan balik yang bias karena model dasarnya dilatih menggunakan dataset yang tidak sepenuhnya netral atau representatif [25]. Bias tersebut pada gilirannya akan memengaruhi kualitas objektivitas umpan balik, rekomendasi jalur pembelajaran, hingga akurasi materi evaluasi yang digenerasikan oleh sistem [29].

Isu keamanan dan privasi data pengguna juga menjadi perhatian krusial [31]. Dalam banyak skenario penggunaan, mahasiswa diharuskan memasukkan data pribadi, berkas tugas, atau potongan kode program mereka ke dalam platform AI berbasis awan untuk mendapatkan bantuan. Situasi ini memperbesar risiko penyalahgunaan atau kebocoran data sensitif apabila tidak dibentengi dengan mekanisme perlindungan privasi yang memadai. Selain itu, penggunaan kode otomatis yang dihasilkan AI memicu persoalan hak cipta dan lisensi perangkat lunak, mengingat sumber asli dari fragmen kode yang diambil oleh AI sering kali tidak dapat ditelusuri atau diatribusikan secara jelas [19].

Secara keseluruhan, meskipun AI menawarkan diversifikasi manfaat dalam pembelajaran pemrograman, penggunaannya membawa sejumlah risiko sistemik yang tidak boleh diabaikan. Ketergantungan berlebihan, erosi kemampuan berpikir kritis, potensi pelanggaran etika akademik, keterbatasan akurasi sistem, hingga ancaman privasi menjadi katalog dampak negatif yang wajib dikelola secara tepat. Melalui pemetaan risiko ini, disimpulkan bahwa AI idealnya diposisikan secara bijak sebagai instrumen pendukung yang melengkapi peran mahasiswa dan pengajar, bukan sebagai substitusi dari proses berpikir, refleksi kognitif, dan pemecahan masalah mandiri yang menjadi ruh utama dari pendidikan pemrograman.

3.5 Tantangan Penerapan AI dalam Pembelajaran Pemrograman

Meskipun *Artificial Intelligence* (AI) memberikan berbagai manfaat dalam pembelajaran pemrograman, hasil kajian literatur menunjukkan bahwa implementasinya masih menghadapi sejumlah tantangan yang dapat memengaruhi efektivitas penggunaannya. Tantangan tersebut mencakup aspek infrastruktur, pedagogis, teknis, etika, serta perilaku mahasiswa. Salah satu tantangan utama yang ditemukan dalam literatur adalah terkait infrastruktur dan sumber daya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa banyak institusi pendidikan belum memiliki lingkungan komputasi yang memadai untuk mendukung penggunaan AI secara optimal, terutama untuk pengelolaan data dalam skala besar dan pengoperasian model yang kompleks [24]. Selain itu, pengembangan sistem pembelajaran adaptif berbasis AI membutuhkan kapasitas komputasi, basis data, dan koleksi konten pembelajaran yang besar sehingga memerlukan investasi finansial yang tidak sedikit [13], [21]. Tantangan lainnya berkaitan dengan ketersediaan dataset yang berkualitas, karena banyak dataset publik belum dilengkapi dokumentasi etis maupun metadata pedagogis yang memadai [24]. Proses pengumpulan, validasi, dan pemeliharaan data juga menjadi pekerjaan yang kompleks mengingat perkembangan ilmu komputer yang sangat cepat [29].

Dari sisi pedagogis dan kurikulum, integrasi AI dalam pembelajaran pemrograman menuntut penyesuaian kurikulum dan peningkatan kompetensi pendidik. Struktur kurikulum yang masih terpisah-pisah antarbidang ilmu sering kali menyulitkan penerapan AI secara terintegrasi. Selain itu, masih terbatasnya jumlah pengajar yang memiliki kompetensi lintas bidang, seperti *machine learning*, basis data, dan sistem terdistribusi, menjadi hambatan dalam implementasi AI secara efektif [24]. Pengajar juga menghadapi beban tambahan dalam merancang aktivitas pembelajaran, menyusun *prompt*, melakukan kurasi materi, serta memastikan penggunaan AI tetap mendukung pencapaian tujuan pembelajaran [23], [28]. Kehadiran AI juga menimbulkan tantangan dalam sistem evaluasi karena metode penilaian konvensional menjadi kurang mampu mengukur pemahaman konseptual mahasiswa secara akurat ketika bantuan AI tersedia secara luas [19], [30].

Tantangan berikutnya terletak pada aspek teknis dan akurasi AI. Meskipun teknologi AI terus berkembang, berbagai keterbatasan teknis masih ditemukan dalam penggunaannya untuk pembelajaran pemrograman. Salah satu permasalahan yang paling sering dilaporkan adalah munculnya informasi yang tidak akurat atau *hallucination*, yang dapat menyesatkan mahasiswa apabila tidak diverifikasi lebih lanjut [19], [22], [26]. AI juga sering mengalami kesulitan dalam memahami konteks proyek yang kompleks atau kebutuhan spesifik pengguna, sehingga solusi yang diberikan kurang relevan [15], [17]. Selain itu, banyak model AI yang bersifat tertutup (*black-box*) sehingga proses pengambilan

keputusannya sulit dipahami oleh pengguna maupun institusi pendidikan [18], [21], [22]. Keterbatasan lainnya terlihat pada kemampuan AI dalam menangani permasalahan algoritmik yang kompleks serta ketidakmampuannya untuk berfungsi layaknya lingkungan pengembangan terintegrasi (*Integrated Development Environment* atau IDE) yang dapat menjalankan dan menguji kode secara langsung [15], [16].

Selanjutnya, aspek etika, privasi, dan integritas akademik menjadi perhatian penting dalam penerapan AI pada pembelajaran pemrograman. Kemampuan AI untuk menghasilkan kode secara otomatis menimbulkan kesulitan bagi pendidik dalam membedakan hasil pekerjaan asli mahasiswa dengan hasil yang dibantu AI [16], [19], [32]. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko plagiarisme dan mengurangi validitas proses penilaian [32]. Selain itu, penggunaan platform AI daring memunculkan kekhawatiran terkait keamanan dan privasi data pengguna [13]. Beberapa penelitian juga menyoroti adanya bias yang berasal dari data pelatihan AI, yang dapat memengaruhi kualitas umpan balik yang diberikan kepada mahasiswa [12], [14], [29]. Di samping itu, persoalan hak cipta dan lisensi kode yang digunakan maupun dihasilkan oleh AI masih menjadi isu yang belum sepenuhnya terselesaikan [13], [19].

Terakhir, tantangan yang tidak kalah penting berkaitan dengan tantangan psikologis dan perilaku mahasiswa itu sendiri dalam proses belajar. Kemudahan memperoleh jawaban dan solusi secara instan dapat meningkatkan risiko ketergantungan pada AI, sehingga kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara mandiri berpotensi menurun [13], [27]. Mahasiswa pemula juga sering mengalami kesulitan dalam menyusun *prompt* yang efektif karena proses tersebut tetap membutuhkan pemahaman konsep dasar yang baik [19], [32]. Selain itu, umpan balik yang diberikan AI secara cepat terkadang hanya menghasilkan pemahaman permukaan tanpa mendorong proses refleksi dan internalisasi pengetahuan yang mendalam [27]. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam jangka panjang dapat mengalami penurunan efektivitas akibat berkurangnya ketertarikan pengguna setelah efek kebaruan teknologi menghilang [31]. Penggunaan AI yang terlalu dominan juga berpotensi mengurangi interaksi sosial dan kolaborasi antar mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran maupun pengerjaan proyek [16], [17].

Dengan demikian, berbagai tantangan yang teridentifikasi dalam kajian literatur perlu menjadi perhatian bagi institusi pendidikan, pendidik, maupun pengembang teknologi dalam merancang dan menerapkan solusi berbasis AI. Upaya mengatasi tantangan tersebut akan menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan integrasi AI ke dalam pembelajaran pemrograman secara berkelanjutan dan bertanggung jawab.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap 21 artikel, dapat disimpulkan bahwa integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran pemrograman telah berkembang pesat dengan diversifikasi instrumen yang luas, di mana varian *Generative AI* dan *Large Language Models* (LLM) bertindak sebagai arsitektur teknologi yang paling dominan. Implementasi ragam teknologi cerdas ini secara konsisten mengarah pada orientasi fungsional yang transformatif, yaitu memfasilitasi personalisasi materi secara adaptif, mengotomatisasi sistem umpan balik dan evaluasi teknis, serta mereduksi hambatan psikologis dalam proses pengodingan mandiri mahasiswa.

Meskipun fungsionalitas AI terbukti efektif meningkatkan performa akademik dan efisiensi instruksional pengajar, pemanfaatannya membawa paradoks berupa risiko penurunan kedalaman kognitif. Kehadiran bantuan instan berpotensi memicu erosi kemandirian, degradasi berpikir kritis, serta kerentanan etika akademik yang sistemik. Munculnya dualisme dampak ini menegaskan bahwa keberhasilan integrasi AI di lapangan tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, melainkan pada kesiapan manajemen mitigasi institusional untuk mengatasi tantangan struktural yang meliputinya,

mulai dari keterbatasan infrastruktur komputasi, beban pedagogis baru bagi pendidik, bias etis data, hingga fluktuasi perilaku belajar mahasiswa.

Oleh karena itu, tata kelola pemanfaatan AI dalam pendidikan ilmu komputer harus ditempatkan secara proporsional sebagai instrumen komplemen (*scaffolding tools*) yang melengkapi, bukan menggantikan substansi proses berpikir, refleksi, dan nalar logis yang menjadi inti dari computational thinking. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk beralih dari sekadar evaluasi dampak permukaan menuju perancangan model kurikulum adaptif dan panduan formulasi instruksional (*prompt engineering*) baku. Langkah strategis ini penting guna mengoptimalkan potensi personalisasi teknologi secara aman, berkelanjutan, dan bertanggung jawab.

REFERENSI

- [1] D. Sundoro, M. Chandrawan, R. S. Tandilolo, and A. J. Lisal, "Studi Penggunaan Generative AI pada Mahasiswa Baru dengan Metode UTAUT: Studi Kasus di Perguruan Tinggi," *Prosiding Seminar Nasional Amikom Surakarta*, vol. 10, no. 2, pp. 1531–1543, 2024.
- [2] Z. Efendi, M. A. F. Hanim, and A. Santoso, "Kecerdasan Buatan (AI) dalam Pendidikan: Tinjauan Literatur Sistematis tentang Peluang, Masalah Etika, dan Implikasi Pedagogis," *Jurnal Pendidikan, Kebudayaan dan Keislaman*, vol. 4, no. 3, pp. 134–152, 2025, doi: 10.24260/jpkk.v4i3.5052.
- [3] A. A. Tantowi, "Literasi Kecerdasan Buatan: Dampak AI terhadap Kemajuan Pendidikan di Indonesia," *Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT)*, vol. 2, no. 4, pp. 488–493, 2025.
- [4] S. Salsabila and Sohidin, "Pemahaman Etika Akademik Mahasiswa dalam Penggunaan Artificial Intelligence (AI)," *Journal of Education Research*, vol. 5, no. 4, pp. 6671–6680, 2024, doi: 10.37985/jer.v5i4.1944.
- [5] Haris, Arsyanda, M. R. Darwis, M. R. Wahyudi JY, and M. Ilham, "Analisis Dampak Literasi AI terhadap Perubahan Norma dan Etika Akademik Mahasiswa," *Jurnal Pendidikan Terapan (Jupiter)*, vol. 2, no. 1, p. 66, 2024.
- [6] T. Y. Palma, "Artifisial Intelligence Dalam Pendidikan: Kajian Literatur Mengenai Dampak Inovatif Dan Implikasi Moral," *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 10, no. 11, pp. 9146–9154, 2025, doi: 10.36418/syntax-literate.v10i11.62284.
- [7] D. Vitalocca, Muridayanti, H. Ashari, E. Makmur, and N. M. Abdal, "Implementasi Unplugged Computational Thinking untuk Guru Mata Pelajaran Informatika se-Balikpapan," *ININNAWA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 91–98, 2024, doi: 10.26858/ininnawa.v2i1.2356.
- [8] Verawati, R. Firdaus, and Herpratiwi, "Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) untuk Meningkatkan Kemampuan Belajar Informatika pada Siswa Sekolah Dasar Article Info," *Didaktika*, vol. 4, no. 4, pp. 380–390, 2024.
- [9] R. M. Kamal, A. A. Samudra, and S. Junaidi, "Pengaruh Artificial Intelligence Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Informatika di SMKN Enam Lingkungan," *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis*, vol. 16, no. 1, pp. 35–40, May 2025, doi: 10.47927/jikb.v16i1.922.
- [10] I. J. Desrizal, Ta'ali, and T. S. Wahyuni, "Persepsi Guru SMK Terhadap Penerapan Kecerdasan Buatan Dalam Pembelajaran Informatika," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, no. 4, pp. 670–679, 2025, doi: 10.23969/jp.v10i4.37536.
- [11] B. Kitchenham, "Procedures for Performing Systematic Reviews," Keele University, Keele, Staffordshire, UK, Tech. Rep. TR/SE-0401, 2004.
- [12] J. Nathaniel, S. S. Oyelere, J. Suhonen, and M. Tedre, "Literature Review on the Integration of Generative AI in Programming Education," *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 35, pp. 2724–2755, Dec. 2025, doi: 10.1007/s40593-025-00524-3.
- [13] G. Fan, D. Liu, R. Zhang, and L. Pan, "The impact of AI-assisted pair programming on student motivation, programming anxiety, collaborative learning, and programming performance: a comparative study with traditional pair programming and individual approaches," *Int. J. STEM Educ.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–17, 2025, doi: 10.1186/s40594-025-00537-3.

- [14] C. H. Tseng, H. C. K. Lin, A. C. W. Huang, and J. R. Lin, "Investigating the effects of PuppyCodeReview, an AI-based code review system, on students' cognitive load," *SoftwareX*, vol. 29, pp. 1–7, 2025, doi: 10.1016/j.softx.2025.102283.
- [15] M. B. Garcia, "Teaching and learning computer programming using ChatGPT: A rapid review of literature amid the rise of generative AI technologies," *Educ. Inf. Technol. (Dordr.)*, vol. 30, no. 12, pp. 16721–16745, Aug. 2025, doi: 10.1007/s10639-025-13452-5.
- [16] D. Stoyanova, S. Stoyanova-Petrova, S. Shotarova, S. Lyubomirov, and N. Mileva, "ChatGPT in Programming Education: An Empirical Study on Its Impact on Student Performance, Creativity, and Teamwork," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 16, no. 1, p. 19, Dec. 2025, doi: 10.3390/educsci16010019.
- [17] R. Wang, J. Chen, J. Zhao, and H. Fu, "Exploring How to Improve Programming Learning Experience with Generative AI Tools: An Integrated Means-End Chain and fsQCA Approach," *Sage Open*, vol. 16, no. 1, 2026, doi: 10.1177/21582440251413066.
- [18] N. Humble, "Risk Management Strategy for Generative AI in Computing Education: How to Handle the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats?," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 21, no. 1, pp. 1–35, Dec. 2024, doi: 10.1186/s41239-024-00494-x.
- [19] N. Humble, J. Boustedt, H. Holmgren, G. Milutinovic, S. Seipel, and A. S. Östberg, "Cheaters or AI-Enhanced Learners: Consequences of ChatGPT for Programming Education," *Electronic Journal of e-Learning*, vol. 22, no. 2 Special Issue, pp. 16–29, 2024, doi: 10.34190/ejel.21.5.3154.
- [20] J. C. Paiva, J. P. Leal, and Á. Figueira, "Automated Assessment in Computer Science Education: A State-of-the-Art Review," *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 22, no. 3, pp. 1–40, Jun. 2022, doi: 10.1145/3513140.
- [21] K. Y. Lin, M. H. Li, F. ying Lo, H. C. Huang, K. Matsuno, and R. Watanabe, "Adaptive learning with human factors and Artificial Intelligence: Associations with Training Effectiveness in Programming Education," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 110, Nov. 2025, doi: 10.1016/j.ergon.2025.103834.
- [22] C. C. Y. Yang, M. J. Li, and A. Y. Q. Huang, "Leveraging Large Language Models to Enhance Self-Regulated Learning in Programming Education With Explainable AI," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 42, no. 2, 2026, doi: 10.1002/jcal.70206.
- [23] A. Lathigara, N. Bhatt, P. Tanna, and C. Shingadiya, "From Passive to Participatory by Leveraging Artificial Intelligence for Active Learning Environments," *Journal of Engineering Education Transformations*, vol. 39, no. 2, 2026. (Catatan: Jurnal cetak/penerbitan regional JEET belum melampirkan indeksasi DOI unik untuk edisi ini).
- [24] E. Dritsas and M. Trigka, "Data-centric Artificial Intelligence in Computing Education: Integrating Databases, Machine Learning, and Scalable Systems," *Computing*, vol. 108, no. 82, pp. 1–32, Jun. 2026, doi: 10.1007/s00607-026-01675-4.
- [25] R. Chugh *et al.*, "The Promise and Pitfalls: A Literature Review of Generative Artificial Intelligence as a Learning Assistant in ICT Education," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 33, no. 2, pp. 1–18, Mar. 2025, doi: 10.1002/cae.70002.
- [26] S. S. Kumar, M. A. Lones, M. Maarek, and H. Zantout, "Navigating the Landscape of Automated Feedback Generation Techniques for Programming Exercises," *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 25, no. 4, pp. 1–29, Oct. 2025, doi: 10.1145/3764593.
- [27] X. Ye, W. Zhang, Y. Zhou, X. Li, and Q. Zhou, "Improving students' programming performance: an integrated mind mapping and generative AI chatbot learning approach," *Humanit. Soc. Sci. Commun.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–13, 2025, doi: 10.1057/s41599-025-04846-4.
- [28] J. Llerena-Izquierdo, J. Mendez-Reyes, R. Ayala-Carabajo, and C. Andrade-Martinez, "Innovations in Introductory Programming Education: The Role of AI with Google Colab and Gemini," *Educ. Sci. (Basel)*, vol. 14, no. 12, pp. 1–19, 2024, doi: 10.3390/educsci14121330.
- [29] M. Shoaib, G. Husnain, N. Sayed, Y. Yasin Ghadi, M. Alajmi, and A. Qahmash, "Automated Generation of Multiple-Choice Questions for Computer Science Education Using Conditional Generative Adversarial Networks," *IEEE Access*, vol. 13, pp. 16697–16715, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3530474.
- [30] P. Bassner, B. Lenk-Ostendorf, R. Beinstingel, T. Wasner, and S. Krusche, "Less stress, better scores, same learning: The dissociation of performance and learning in AI-supported programming

- education,” *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 10, p. 100537, Jun. 2026, doi: 10.1016/j.caeai.2025.100537.
- [31] A. Tlili, “Can artificial intelligence (AI) help in computer science education? A meta-analysis approach,” *Revista Espanola de Pedagogia*, vol. 82, no. 289, pp. 469–490, 2024, doi: 10.22550/2174-0909.4172.
- [32] T. Kosar, D. Ostojić, Y. D. Liu, and M. Mernik, “Computer Science Education in ChatGPT Era: Experiences from an Experiment in a Programming Course for Novice Programmers,” *Mathematics*, vol. 12, no. 5, pp. 1–22, 2024, doi: 10.3390/math12050629